



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CAMPUS II - AREIA



**FERTILIDADE DE DIFERENTES CLASSES DE SOLOS SOB UM
GRADIENTE CLIMÁTICO DA REGIÃO SEMIÁRIDA**

FAED RIBEIRO BATISTA

AREIA - PB
DEZEMBRO – 2015



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CAMPUS II - AREIA**



FAED RIBEIRO BATISTA

**FERTILIDADE DE DIFERENTES CLASSES DE SOLOS SOB UM
GRADIENTE CLIMÁTICO DA REGIÃO SEMIÁRIDA**

Monografia apresentada à Coordenação de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal da Paraíba, como
parte dos requisitos para a obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Prof^ª. Dra. **Vânia da Silva Fraga**

**AREIA – PB
DEZEMBRO – 2015**

FAED RIBEIRO BATISTA

**FERTILIDADE DE DIFERENTES CLASSES DE SOLOS SOB UM
GRADIENTE CLIMÁTICO DA REGIÃO SEMIÁRIDA**

Monografia apresentada à Coordenação de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias
da Universidade Federal da Paraíba, como
parte dos requisitos para a obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Vânia da Silva Fraga
CCA/UFPB
Orientadora

Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
CCA/UFPB
Examinador

Sebastiana Maely Saraiva
Eng. Agrônoma MCs.
Examinadora

A minha amada mãe Ruth Helena Ribeiro Batista, que mesmo estando a mais de 2000 km sempre deu seu apoio em todas as situações, e não deixou a saudade de casa me fazer desistir dos meus objetivos e que sempre acreditou na educação como a escada para uma vida melhor.

A minha amada avó Avani Maria de Araújo Batista, que me acolheu, me incentivou e me ajudou desde o dia em que cheguei ao estado da Paraíba e a sua casa, e mesmo depois de deixa-la sempre me apoiou como uma mãe.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família do Estado do Pará que sempre foi minha base de apoio, minhas irmãs Júlia e Fabrícia e sobrinhos Lucas, Liandra e minha tia Rose que sempre foi minha segunda mãe.

Agradeço a minha família do Estado da Paraíba que me acolheu me orientou e me apoiou em todos os aspectos, meu tio Renê que foi uma referência e que graças a ele consegui continuar os estudos, minha tia Vanusa que me acolheu, me apoiou e que me serviu de exemplo, e meus primos Barbara, Ítalo, Carla, Lorena e Henrique por todos os momentos.

Agradeço aos meus colegas de Trabalho da Polícia Militar da cidade de Remígio, que foram tolerantes e verdadeiros companheiros ao entender minha situação e sempre que precisava de um deles estavam prontos para ajudar.

Agradeço a meus colegas de casa e de universidade Flavio Rangel e Wallace Jordane e Danilo Dutra, pelos momentos que passamos juntos e dividimos as alegrias, tristezas, os problemas e soluções da vida, a Geizy, pela parceria nas atividades da monitoria.

Agradeço aos meus professores que contribuíram para minha formação, não só como profissional mas como exemplos de pessoas, e alguns eu vou lembrar por toda vida, especialmente o prof. Guttembeg da Silva Silvino, pelo apoio e defesa junto ao CONSEPE/UFPB.

Agradeço a minha Professora Vânia da Silva Fraga que me acolheu como orientado, estagiário e monitor, que me tratou como um filho, me orientou e me ensinou sobre a química e fertilidade do solo mas sobre a vida

Agradeço a banca examinadora, Eng. Agrônoma Sebastiana Maely Saraiva, responsável pelo trabalho de campo e colaboração nas análises de laboratório, e ao Prof. Bruno de Oliveira Dias, pelas valiosas contribuições ao presente trabalho;

SUMARIO

1. Lista de tabelas e figuras.....	7
2. Resumo	8
3. Abstract	9
4. Introdução	10
5. Revisão de literatura	11
5.1 Influência do clima no material de origem dos solos	11
5.2 Neossolo	13
5.3 Luvissoilo	14
5.4 Planossolo	14
5.5 Fertilidade dos solos da região nordeste.....	15
5.6 Atributos físicos dos solos (granulometria)	16
5.7 Propriedades químicas dos solos	17
5.7.1 Acidez ativa, potencial e pH	17
5.7.2 Bases trocáveis (Ca^{+2} ; Mg^{+2} , Na^{+} ; K^{+}).....	17
5.7.3 Fósforo disponível.....	18
5.7.4 Soma de bases (SB)	19
5.7.5 Capacidade de troca catiônica (CTC).....	19
5.7.6 Saturação por bases (V%)	20
5.7.7 Saturação por alumínio (m%).....	21
5.7.8 Carbono orgânico	21
6. Material e métodos	22
6.1 Amostragem dos solos	23
6.2 Preparo das amostras	24
6.3 Determinação da granulometria do solo	25

6.4 Caracterização química do solo	25
6.4.1 Determinação do pH.....	25
6.4.2 Determinação do Al^{+3} e H^{+} + Al^{+3}	26
6.4.3 Determinação do Ca^{+2} e Ca^{+2} + Mg^{+2}	26
6.4.4 Determinação do P, K^{+} e Na.....	27
6.4.5 Determinação do carbono orgânico	29
6.5 Outros parâmetros.....	30
7. Resultados e discussão	30
7.1 Granulometria	30
7.2 Análises químicas.....	32
7.3 Relações entre as propriedades químicas pH x v%; pH x H + Al	36
8. Conclusão	38
9. Literatura consultada	39
10. Anexos.....	43
Luvissole	
Planossolo	
Neossolo	

1. LISTA DE GRAFICOS E TABELAS

Figura 1. Granulometria dos Neossolos.	31
Figura 2. Granulometria dos Planossolos.	31
Figura 3. Granulometria dos Luvisolos.	32
Figura 4. Relação (pH x V%) dos solos.	37
Figura 5. Relação (pH x H+Al) dos solos.	37
Tabela 1. Vegetação primaria e uso atual dos solos	24
Tabela 2. Classificação textural de três classes de solo dentro de um gradiente climático da região Semiárida paraibana.	32
Tabela 3. Características químicas e classificação da fertilidade de três solos de diferentes classes ao longo de um gradiente climatico no estado da paraiba.....	34

2. RESUMO

Estudos da caracterização química e da fertilidade de solos fornecem subsídios para o desenvolvimento de práticas de uso, manejo e conservação dos mesmos. O objetivo deste trabalho foi determinar as características químicas e de fertilidade de nove solos de três classes representativas da região semiárida paraibana ao longo de um gradiente climático. Nessa região a evolução dos solos é dificultada pelos baixos índices de precipitação, resultando em solos mais jovens ou pouco desenvolvidos, que conservam muitas características do material de origem. Assim, foram estudados Neossolos Regolíticos; Luvisolos Háplicos e Planossolos Nátricos, inseridos em regiões muito seca, seca e úmida, do Estado da Paraíba. Foram abertas nove trincheiras, em cada uma delas foram identificados os horizontes e retirada uma amostra por horizonte, dando um total de 41 amostras de solo, para a caracterização química (P; K; Ca; Mg; Na; Al; H+Al; pH; BS; CTC_{ef}; CTA₇; %V; %m), e granulométrica. Foram utilizadas médias ponderadas baseadas na espessura dos horizontes para se obter os valores dos atributos na camada de 0-20 cm.. Houve predominância da fração areia nas três classes de solo, enquanto que a fração argila obteve os mais baixos teores, independente da classe e condição climática. De forma geral as três classes de solo apresentaram uma baixa fertilidade natural, no entanto, observa-se um aumento da fertilidade com o aumento da pluviosidade, exceto no Luvisolo. As relações esperada entre pH vs. V% e pH vs. H+Al confirmam a consistência da totalidade dos dados de fertilidade de solo para a camada de 0-20, uma vez que foram utilizados os dados de todas as combinações solo-pluviosidade.

3. ABSTRACT

Soil chemical and fertility properties provide subsidies for the development of appropriate land use, management and conservation practices. The objective of this study was to determine the chemical and fertility attributes of nine soils, representing three classes of soils frequently found in the semiarid region of Paraíba state, along a rainfall gradient. In this region soil formation is hampered by low levels of rainfall, resulting in younger or poorly developed soils that retain many characteristics of the parent material. Thus, we selected Regolithic Neosols, Luvisols Haplic and Planosols Nátricos, going from very dry, dry and wet areas in the state of Paraíba. We opened nine trenches, identified and sampled each horizon, retrieving a total of 41 soil samples for chemical characterization (P, K, Ca, Mg, Na; Al, H + Al; pH; BS; CTC_{ef}; CTA7; % V; m%), and particle size. Weighted averages based on horizon thicknesses were used to obtain attribute values for the 0-20 cm layer. The sand fraction was predominant in the three soil classes, while the clay fraction showed the lower levels, regardless of soil class and rainfall condition. Overall, the three soil classes showed low fertility, but there was an increase in soil fertility with increasing rainfall, except for the Luvisol. Expected relationships between pH vs. V% and pH vs. (H+Al) confirmed the consistency of the overall soil fertility data for the 0-20 cm layer, since they included all soil-rainfall combinations.

4. INTRODUÇÃO

Nos solos de regiões tropicais, como no Brasil, o clima exerce influência decisiva sobre a sua formação, visto que as altas temperaturas e a precipitação são importantes para o desencadeamento das reações químicas e físicas (intemperismo químico e físico) que transformam a rocha-mãe e dela são extraídos os minerais presentes que são, muitas vezes, determinantes para as propriedades desses solos. Por outro lado, nas regiões semiáridas, o clima caracterizado pelos baixos índices de precipitação e as altas temperaturas, dificulta a evolução dos solos que são mais jovens ou pouco desenvolvidos e conservam muitas características do material de origem.

Estudos de caracterização química de solos constituem uma forma de fornecer subsídios para o desenvolvimento de práticas de uso, manejo e conservação dos solos (Jacomine, 1996). Entretanto, estudos dessa natureza são escassos, e muito pouco foram realizados para fins de fertilidade (Oliveira et al., 2000) e produção agropecuária e sustentabilidade no semiárido (Menezes et al., 2008). Por esse motivo, ainda há muito o que se fazer especialmente em relação aos solos antropizados de regiões semi-áridas.

Essa preocupação é válida, uma vez que na região semiárida a fertilidade dos solos está interligada a ciclagem biogeoquímica dos nutrientes e dos teores de matéria orgânica, a qual desempenha funções essenciais à conservação da qualidade do solo e da produtividade, atuando como condicionadora das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Bayer e Mielniczuk, 1999). Assim, tanto a manutenção dos teores de matéria orgânica quanto a reposição dos nutrientes retirados pelas culturas são considerados fundamentais para a fertilidade do solo e consequentemente para a sua classificação.

Desse modo ressalta-se a importância da realização de estudos mais detalhados sobre características químicas e da fertilidade dos Neossolos Regolíticos; Luvissolos Háplicos e Planossolos Nátricos, haja vista a escassez de trabalhos dessa natureza com solos da região semiárida do Brasil e mais especificamente na Paraíba, onde recobrem cerca de 75% da área total do Estado, portanto representam boa parte da área agrícola da região semiárida (AESAs, 2007).

O objetivo deste trabalho foi determinar as características químicas e de fertilidade de nove solos de três classes representativas da região semiárida: Neossolos Regolíticos; Luvissolos Háplicos e Planossolos Nátricos, inseridos dentro de um gradiente climático de regiões muito seca, seca e úmida, do Estado da Paraíba.

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1- Influência do Clima no Material de Origem dos Solos

Os recursos naturais são ativamente explorados e os solos, em muitas regiões do mundo, são cultivados intensivamente. Com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, surgiu a necessidade de aprimorar os conhecimentos sobre o solo e, por conseguinte, elaborar sistemas de classificação baseados nas suas características e propriedades comuns.

Considera-se que o solo é uma coleção de corpos naturais tridimensionais, constituídos por partes sólidas, líquidas e gasosas, que contêm materiais minerais e orgânicos, podem ser vegetados na natureza onde ocorrem e, eventualmente, terem sido modificados por interferências antrópicas (EMBRAPA, 2011). É formado por meio da interação dos fatores ambientais: material de origem, clima, relevo e organismos que agem ao longo do tempo (Kämpf e Curi, 2012)

O clima semiárido, também chamado de tropical-equatorial, no Brasil predomina nas depressões entre os planaltos do sertão nordestino, alcança o litoral do Rio Grande do Norte e atinge o trecho baiano do Vale do São Francisco, onde há longos períodos de estiagem, determinando o Polígono das Secas para a região. Essas condições climáticas resultam em um processo de intemperismo muito fraco, que desencadeia a ocorrência de solos mais jovens (Fontes, 2012).

O processo de formação dos solos decorre das transformações das rochas constituintes da crosta terrestre, que, quando expostas à atmosfera, sofrem a ação direta do calor do sol, da umidade das chuvas e do crescimento de organismos, dando início a processos dos quais decorrem modificações no aspecto físico e na composição química dos minerais. A esses processos dá-se o nome de intemperismo ou meteorização (Lepsch, 2002).

Os elementos do clima com atuação mais direta na pedogênese são a radiação solar (calor), precipitação pluvial (água), e pressão atmosférica (vento). O calor influi diretamente nas atividades das reações químicas e dos processos biológicos que ocorrem no perfil do solo. A água promove a reação de hidrólise, onde são liberados cátions para a solução do solo, ou a reação de hidratação dos constituintes do solo e a água excedente atua no desenvolvimento do perfil do solo (Prado, 2005).

Assim é possível afirmar que a ação do intemperismo varia de região para região sendo condicionada pelos seus fatores controladores, com destaque para o clima, principalmente para as variáveis temperatura e precipitação. Nas áreas de temperatura elevada e pluviosidade baixa predomina o intemperismo físico, que corresponde à ruptura das rochas por solicitação de esforços mecânicos, já o intemperismo químico é altamente dependente das quantidades de água que entram no sistema (Toledo et al., 2001).

No intemperismo químico ocorre a transformação química dos minerais primários, oriundos da rocha original, para minerais secundários. Esta transformação realiza-se por meio de uma série de reações químicas desencadeadas pela ação individualizada ou conjunta dos agentes de intemperismo, como a água, a temperatura e os gases, sendo a água o principal deles. A água atua como solvente na maioria das reações que se desencadeiam no ambiente do intemperismo, além de ser também um reagente que transporta exudatos de raízes e íons H^+ (Fontes, 2012).

Com a evolução dos solos, a sua composição mineral começa a depender mais do ambiente de intemperização do que da composição do seu material de origem. Nesse contexto a composição do material mineral da fração argila pode ser usada para estabelecer o estágio de intemperização de um solo, assim a ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis é mais abundante em solos jovens e, por outro lado, em solos mais velhos há predominância de minerais mais resistentes ao intemperismo. A disponibilidade abundante de água favorece a intemperização rápida em solos em estágio intermediário de desenvolvimento (Kämpf et al., 2009).

Os minerais primários presentes no solo possuem potencial para o fornecimento de nutrientes para as plantas e encontram-se, principalmente nas frações areia e silte. (Melo et al., 2009). O intemperismo do solo é ainda importante na regulação dos processos hidrológicos, como a evapotranspiração e o escoamento superficial da água, os quais participam do intercâmbio de água-vapor entre a atmosfera e a hidrosfera (Kämpf et al., 2009).

Desse modo os solos encontrados na Paraíba, assim como em toda região Nordeste do Brasil sofrem mais variações de acordo com o clima e o material de origem. Segundo Lepsch (2002) na região litorânea há predominância de solos mais arenosos, os Neossolos Quartzarênicos são os mais comuns; em direção ao interior, nos chamados Tabuleiros Costeiros ocorrem os Latossolos e os Argissolos. Já nas áreas

semiáridas existem desde solos com alto grau de intemperismo até solos jovens. As classes mais frequentes são Luvissolos, Planossolos, Neossolos, Vertissolos e Cambissolos (Jacomine, 1996).

Conforme compilação de dados efetuados por AESA (2007) a partir de Imagens de Satélites e Levantamentos de Paraíba (1978) e Brasil (1972) e reclassificação de acordo com EMBRAPA (1999) feita por Campos e Queiroz (2006), os solos mais representativos do estado da Paraíba são os seguintes: Neossolo Litólico (Solos Litólicos) ocupam 22 mil km² equivalente a 39,1% do território paraibano; Luvissolo (Bruno Não Cálcico) ocupam 14,6 mil km², que representa 26% da área da Paraíba; Argissolo (Podzólico Vermelho Amarelo) ocupam 8,1 mil km², equivalente à 14,4% do território estadual; Neossolo Regolítico (Regossolos), 2,7 mil km² (4,77%) e Planossolo Nátrico (Solonetz Solodizado) numa área de 2,7 mil km² (4,84%). Ocorrem ainda Neossolo Flúvico (Solos Aluviais), Vertissolo, Neossolos Quartzarênicos (Areias Quartzosas), Cambissolos, e Latossolos em porções menores. Para o presente estudo foram escolhidas três classes de solo que tinham representatividade dentro de cada zona climática do Estado da Paraíba, que serão descritas nos próximos tópicos.

5.2 Neossolo Regolítico

Os Neossolos Regolíticos são solos com contato lítico a uma profundidade maior que 50 cm e horizonte A sobrejacente a horizonte C ou Cr, admitindo horizonte Bi com menos de 10 cm de espessura EMBRAPA (2011).

Mesmo apresentando textura arenosa dominante e baixa capacidade de adsorção de nutrientes e possuir baixo teor de matéria orgânica e nitrogênio, este solo é intensamente utilizado na agricultura, seja por suas características físicas favoráveis, seja por sua grande difusão geográfica.(Cavalcante et al., 2005).

Na Paraíba esses solos são cultivados principalmente com agave e algodão arbóreo geralmente consorciados com milho e feijão; são solos muito susceptíveis à erosão, principalmente quando revolvidos e frequentemente necessitam de adubações com nitrogênio e fósforo. A textura arenosa propicia uma lixiviação intensa (Cavalcante et al., 2005).

5.3 Luvisolos

Compreende solos minerais, não hidromórficos, onde ocorre desenvolvimento expressivo do horizonte diagnóstico B textural aliado à alta atividade de argilas e alta saturação por bases, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E (EMBRAPA, 2011).

Distribuem-se por boa parte do território brasileiro, com maior expressividade em regiões como o semiárido nordestino (antigos Bruno Não-Cálcicos) Região Sul (antigos Podzólicos Bruno Acinzentados eutróficos) e mesmo na região Amazônica, Estado do Acre (antigos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Vermelho-Escuros eutróficos com argila de atividade alta) (IBGE, 2007).

Localizam-se em áreas de relevo ondulado a forte ondulado, a pouca profundidade e alta suscetibilidade à erosão se constituem em sérias limitações ao cultivo agrícola desses solos no estado da Paraíba. Para um aproveitamento adequado desses solos recomenda-se a utilização de áreas de menor declividade e adoção de medidas de controle à erosão. A forma mais adequada de utilização desses solos é a pecuária e a manutenção da vegetação nativa (Cavalcante et al., 2005). No Nordeste brasileiro as atividades agropecuárias exploram principalmente a criação extensiva de bovinos, caprinos e ovinos, bem como a produção de forrageiras, com a palma, o sorgo, além do milho e algodão (Jacomine, 1996).

5.4 Planossolos

São solos minerais, imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial, de textura mais leve que contrasta abruptamente com o horizonte B imediatamente subjacente, adensado e geralmente com acentuada concentração de argila, com permeabilidade lenta ou muito lenta, constituindo por vezes um horizonte “pã”, que é responsável pela detenção do lençol d’água sobreposto (suspenso), de existência periódica e presença variável durante o ano (EMBRAPA, 2011; IBGE, 2007).

Uma característica comum desses solos é a presença de sais solúveis em altas concentrações. Eles ocorrem principalmente em locais muito baixos no relevo. No Nordeste brasileiro, os locais menos elevados recebem água dos declives adjacentes,

durante as chuvas que caem em alguns meses do ano. Essa água que se evapora rapidamente deixando no solo os sais minerais, ocasionando pequeno acúmulo de sais no horizonte superficial cada vez que isso ocorre, com o passar do tempo, provoca a salinidade do solo. Geralmente os Planossolos possuem altos teores de sódio trocável, principalmente no horizonte B (Lepsch, 2002).

Os solos desta classe ocorrem preferencialmente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, onde as condições ambientais e do próprio solo favorecem vigência periódica anual de excesso de água, mesmo que de curta duração, especialmente em regiões sujeitas à estiagem prolongada, e até mesmo sob condições de clima semiárido.

Grande parte desses solos na Paraíba é utilizada com a pecuária, aproveitando-se para isso os campos antropizados e com pastagens da própria vegetação natural. Alguns trechos são usados para culturas de subsistência (milho, feijão, fava) e algodão herbáceo, em geral consorciado. Além das limitações pela falta d'água, que são muito fortes, esses solos apresentam elevados teores em sódio trocável e más condições físicas nos horizontes subsuperficiais, principalmente do Bt, tornando-os alguns casos, inaptos para agricultura (Cavalcante et al., 2005).

Em relação à matéria orgânica, o manejo adequado do solo deve proporcionar um equilíbrio de frações mais e menos lábeis, no sentido de que sejam asseguradas condições para o pleno crescimento das culturas, ou seja, maior disponibilidade de nutrientes, maior densidade de cargas no solo, maior retenção de água, maior agregação das partículas do solo, maior atividade microbiana etc. (Dias et al., 2009).

Assim a produtividade em sistemas agrícolas de subsistência ou de baixos insumos passa a depender do fornecimento de nutrientes provenientes da mineralização da MOS. Portanto, a quantidade e a qualidade da matéria orgânica são duas variáveis fundamentais associadas à sustentabilidade da produção agropecuária de subsistência (Galvão et al., 2005).

5.5 Fertilidade dos solos da região Nordeste.

Na região semiárida do Nordeste do Brasil a fertilidade do solo assume especial importância uma vez que a atividade agropecuária é a principal fonte de renda para milhares de famílias, o que faz do manejo da fertilidade do solo um aspecto de fundamental importância para melhoria da qualidade de vida da população dessa região. (Menezes et al., 2005).

Os solos desta região geralmente apresentam baixa fertilidade natural e essa situação se agrava através da retirada da caatinga para estabelecer os sistemas agropecuários e ou a venda dessa vegetação como lenha levando a redução dos níveis de matéria orgânica e de nutrientes do solo (Menezes et al.,2005). O solo exposto ou com cobertura vegetal deficiente fica mais suscetível aos processos erosivos. O cultivo, a retirada de produtos agrícolas sem reposição dos nutrientes perdidos leva a perda da fertilidade (Sampaio e Araújo, 2005).

Os riscos de perda da fertilidade são ainda maiores em áreas de encostas onde há acentuação dos processos erosivos (Sampaio e Salcedo, 1997). De modo geral, têm sido encontrados teores de nutrientes mais baixos nas áreas de encosta em relação às áreas mais planas (Santos, 2004; Araújo, 2005; Galvão et al.,2005).

5.6 Atributo físico do solo (granulometria).

A textura é uma das características físicas mais estáveis do solo, utilizada para identificação e classificação bem como prever seu comportamento. A textura refere-se apenas a distribuição proporcional das partículas inorgânicas que compõem um solo pelo seu tamanho, classificadas em areia silte e argila; as partículas do tamanho de areia e silte transformam-se em argila pela ação do intemperismo (Ferreira, 2010).

Os minerais com maior resistência ao intemperismo permanecem na forma de areia ou silte, este é utilizado como indicador do grau de intemperismo do solo, apresentando proporção mais alta em solos jovens esta fração tem sido motivo de muitos estudos relacionados ao comportamento dos solos tropicais (Ferreira, 2010).

Melhores resultados de análises laboratoriais para determinação da granulometria do solo podem ser obtidos a partir de estudos mais detalhados sobre a composição mineralógica e química do constituinte silte. Segundo Vitorino et al. (2003) a composição mineralógica e química dos solos tem efeito marcante na dispersão da argila com reflexos na fração silte.

Os melhores solos do ponto de vista físico seriam aqueles que apresentam cerca de 10 a 20% de argila, silte e areia em quantidades iguais ou o mais próximas possíveis e uma boa quantidade de matéria orgânica (Kohnke e Franzmeier, 1995).

5.7 Propriedades químicas dos solos

5.7.1 Acidez ativa e potencial

A acidez do solo se divide em ativa e potencial; acidez ativa esta relacionada aos íons H^+ da solução do solo em concentrações baixas quando comparados com os íons H^+ adsorvidos. É expressa pelo valor do pH do solo que é igual ao logaritmo negativo da concentração molar de H^+ .

$$pH = - \log [H^+]$$

A acidez potencial divide-se em acidez trocável e não trocável. A acidez trocável refere-se aos íons Al^{3+} e H^+ retidos na superfície dos coloides do solo. Esta quantidade de H^+ trocável é pequena. Como o H^+ representa menos de 5% da acidez trocável, é admitido apenas o Al^{3+} trocável (Lopes, et al.,1990).

A acidez não trocável é o íon H^+ de ligação covalente associado aos coloides em carga negativa e aos compostos de alumínio. É a acidez que os solos apresentam quando em pH menor que 5,5. Acima de pH 5,5 não existe mais Al^{3+} trocável. A acidez potencial é a soma da acidez trocável e da acidez não trocável. É ela que limita o crescimento das raízes e ocupa espaços nos coloides fazendo com que os nutrientes livres na solução do solo sejam lixiviados (Bohnen, et al.,2006).

5.7.2 Bases trocáveis (Ca^{2+} ; Mg^{2+} , Na^+ ; K^+)

Os cátions do complexo de troca influenciam na estrutura, no regime hídrico e gasoso, na reação do solo e no seu processo pedogenético, mas são também influenciados pelos cátions aplicados em forma de fertilizantes. Estes ao serem adsorvidos ficam protegidos da remoção, permanecendo assim de maneira a serem utilizados pelas plantas. A CTC do solo deve estar saturada com 70% a 80% de cátions, não acima disso para não causar deficiência de micronutrientes. Além disso, a saturação por K no solo, em relação à soma de bases ($K+Ca+Mg$), deve representar de 7,5% a 12,5%, sendo considerada ótima na faixa de 9% a 10% (Borges e Souza, 2009).

Em cultivos do meloeiro em alguns solos de origem calcária do RN e CE, irrigados com água rica em Ca^{2+} e com aplicações elevadas de K_2O , observou-se deficiência de K^+ para a cultura, devido à inibição competitiva da absorção de K^+ pelos altos teores de Ca^{2+} no solo (Crisóstomo et al., 2002).

Por outro lado, altas concentrações de Ca^{2+} e K^+ podem inibir a absorção de Mg^{2+} , diminuir sua translocação da raiz à parte aérea, e, assim, causar sua deficiência. Isto acontece porque K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} competem pelos mesmos sítios de absorção na raiz, de maneira que o cátion em maior concentração na solução do solo tem absorção preferencial em detrimento dos outros (Malavolta et al., 1997).

Para se corrigir a acidez do solo deve-se utilizar um elemento que libere ânion e que forme um ácido fraco com o hidrogênio e ainda forneça cálcio ou cálcio e magnésio para a planta. Os materiais empregados na correção da acidez do solo tropical (calcários) são encontrados na natureza em forma de rocha, que é moída e peneirada para ser aplicada ao solo. O calcário aplicado ao solo forma os íons Ca^{2+} , Mg^{2+} e HCO_3^- (solubilização e dissociação). Este último reage com a água formando íons hidroxila (OH^-), água e dióxido de carbono (CO_2). As hidroxilas reagem com os íons Al^{3+} e H^+ adsorvidos formando hidróxido de alumínio insolúvel (etapa de neutralização) e água (etapa de imobilização do alumínio tóxico), liberando as cargas antes ocupadas por esses elementos. Tais cargas são, então, ocupadas pelos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} (Malavolta, 1984).

5.7.3 P disponível

A fração lábil do fósforo é representada pelo conjunto de compostos fosfatados capazes de repor rapidamente a solução do solo, quando ele é absorvido por plantas ou por microrganismos. Por isso, as frações mais lábeis são dependentes do grau de intemperização do solo, da mineralogia, da textura, do teor de matéria orgânica, das características físico-químicas, da atividade biológica e da vegetação predominante (Walker & Syers, 1976; Cross & Schlesinger, 1995).

O fósforo orgânico pode constituir de 5 a 80% do fósforo total do solo e, nos solos tropicais, é fonte de fósforo às plantas e deve ser levado em consideração em estudos envolvendo a sua dinâmica e a biodisponibilidade (Rheinheimer & Anghinoni, 2003).

A avaliação do fósforo disponível é feita geralmente com o uso de soluções extratoras, ou agentes de troca iônica, que visam à quantificação de formas capazes de repô-lo à solução do solo após absorção pelas plantas. Os modelos de disponibilização consideram dois compartimentos interligados: a solução do solo, que constitui o fator intensidade (I), e a fase sólida, que armazena os fosfatos que abastecem a solução, lábeis ou moderadamente lábeis, denominado fator quantidade (Q). A cinética de como

o primeiro compartimento é abastecido pelo segundo, chamado fator capacidade (C), representa o poder tampão, ou a taxa de recomposição do I pelo Q, a qual é controlada pela energia de ligação do nutriente em Q e pela difusividade para I, ou pelo grau de labilidade (Santos, et al 2008).

5.7.4 Soma de bases (SB)

Este atributo, como o próprio nome indica, reflete a soma de cálcio, magnésio, potássio e, se for o caso, também o sódio, todos na forma trocável, do complexo de troca de cátions do solo. Enquanto os valores absolutos dos resultados das análises destes componentes refletem os níveis destes parâmetros de forma individual, a soma de bases dá uma indicação do número de cargas negativas dos colóides que está ocupado por bases. A soma de bases, em comparação com a CTC efetiva e Al trocável, permite calcular a percentagem de saturação de alumínio e a percentagem de saturação de bases desta CTC. Em comparação com a CTC a pH 7,0, permite avaliar a percentagem de saturação por bases (V%) desta CTC, parâmetro indispensável para o cálculo da calagem, pelo método utilizado em alguns estados do País. (Lopes e Guilherme, 2004).

$$SB_{\text{ (cmolc/dm}^3\text{)}} = \text{Soma de bases trocáveis} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + (\text{Na}^{+})$$

5.7.5 Capacidade de troca catiônica (CTC)

A CTC do solo é expressa em termos de quantidade de carga que os colóides podem reter por unidade de peso ou volume, sendo este último mais frequente em análises de rotina. A CTC do solo, além de ser influenciada pela espécie e quantidade de argila e matéria orgânica e pela superfície específica, também é fortemente alterada pelo pH do meio. A influência do pH do meio na CTC será tanto maior, quanto maiores forem as presenças de espécies de minerais de argila com dominância de cargas dependentes de pH e, ou, matéria orgânica que, praticamente, só apresenta esta característica. A importância destes fatores na CTC, justifica um detalhamento maior dos mesmos com o objetivo de ampliar a capacidade de melhor entender a fertilidade dos solos e, conseqüentemente, propor soluções mais adequadas aos problemas nutricionais das plantas. (Lopes, et al., 1990).

Nas regiões tropicais, inclusive em grandes áreas no Brasil, onde os solos são mais intemperizados, predominando argilas de baixa atividade e teor baixo a médio de

matéria orgânica, os níveis de CTC são baixos. Solos argilosos, com argilas de alta atividade, podem reter grandes quantidades de cátions. Solos arenosos, com baixo teor de matéria orgânica e, conseqüentemente, baixa CTC, retêm somente pequenas quantidades de cátions, sendo, portanto, mais susceptíveis a perdas de nutrientes por lixiviação.

CTC a pH 7, também conhecida como capacidade de troca de cátions potencial do solo, é definida como a quantidade de cátions adsorvida a pH 7. Sob o ponto de vista prático, é o nível da CTC de um solo que seria atingido, caso a calagem deste solo fosse feita para elevar o pH a 7; ou o máximo de cargas negativas liberadas a pH 7 passíveis de serem ocupadas por cátions. A diferença básica entre a CTC efetiva e a CTC a pH 7 é que esta última inclui hidrogênio (H^+) que se encontrava em ligação covalente (muito forte) com o oxigênio nos radicais orgânicos e sesquióxidos de ferro e alumínio, tão comuns nos solos brasileiros (Lopes e Guilherme, 2004).

$$CTC \text{ a pH } 7_{(cmolc/dm^3)} = S + (H^+ + Al^{3+}) = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + (Na^+) + H^+ + Al^{3+}$$

A CTC efetiva reflete a capacidade efetiva de troca de cátions do solo ou, em outras palavras, a capacidade do solo em reter cátions próximo ao valor do seu pH natural. Avaliando-se este parâmetro em conjunto com textura e teor de matéria orgânica, pode-se inferir uma série de dados adicionais relevantes ao adequado manejo da fertilidade dos solos. (Lopes, et al., 1990).

$$CTC \text{ efetiva}_{(cmolc/dm^3)} = Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + (Na^+) + Al^{3+}$$

5.7.6 Saturação por bases (V%)

Este parâmetro (V%) reflete quanto por cento dos pontos de troca de cátions potencial do complexo coloidal do solo estão ocupados por bases, ou seja, quantos por cento das cargas negativas, passíveis de troca a pH 7,0, estão ocupados por Ca, Mg, K e, às vezes, Na, em comparação com aqueles ocupados por H e Al. É um parâmetro utilizado para separar solos considerados férteis ou eutróficos ($V\% > 50$) de solos de menor fertilidade ou distróficos (Lopes e Guilherme, 2004).

É indispensável para o cálculo da calagem pelo método da elevação da saturação por bases, em uso em vários estados.

$$V\% = \frac{SB}{CTC} \times 100$$

5.7.7 Saturação por alumínio (m%)

Expressa a fração ou quantos por cento da CTC efetiva estão ocupados pela acidez trocável ou Al trocável (m%). Em termos práticos, reflete a percentagem de cargas negativas do solo, próximo ao pH natural, que está ocupada por Al trocável. É uma outra forma de expressar a toxidez de alumínio. Em geral, quanto mais ácido é um solo, maior o teor de Al trocável em valor absoluto, menores os teores de Ca, Mg e K, menor a soma de bases e maior a percentagem de saturação por alumínio. O efeito dos altos teores de Al^{+3} trocável e, ou, da alta percentagem de saturação por alumínio no desenvolvimento e produção de culturas sensíveis a este problema é fato amplamente comprovado pela pesquisa (Lopes e Guilherme, 2004).

$$m\% = \frac{Al^{+3}}{SB + Al^{+3}} \times 100$$

5.7.8 Carbono orgânico

De modo geral, considera-se que a matéria orgânica do solo contém cerca de 58 % de C, em relação à massa total. Assim, a determinação do carbono orgânico tem sido utilizada para estimar quantitativamente a fração orgânica do solo (Nelson & Sommers, 1982), o que auxilia no entendimento de suas várias propriedades químicas, físicas e biológicas. Atualmente, existem vários métodos para se determinar o C em amostras de solo.

Outro fator que contribui para a variação nos teores de CO do solo é o seu manejo, especialmente, aquele que utiliza o revolvimento do solo antes da implantação de cada cultura, ou a incorporação de corretivos e fertilizantes, ocasionando intensa perturbação do solo, e estimulando a ação dos microrganismos decompositores (Bayer et al., 2000).

A MOS, além de possuir elevado número de cargas superficiais, especialmente na faixa de pH encontrada nos solos, é considerada flexível e elástica, tendo grande capacidade de recuperar a forma inicial após a remoção de uma carga aplicada sobre ela (Soane, 1990).

6. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos em três zonas climáticas do Semiárido paraibano, muito seco, seco e úmido, selecionadas a partir do Zoneamento Agroecológico do Nordeste Brasileiro – ZANE (EMBRAPA, 2006). A Paraíba é um estado brasileiro situado a leste da região Nordeste, com uma superfície de territorial de 56.469,778 km², e correspondendo a 3,63% da área dessa região. Está situado entre as latitudes de 06°00'11,1" e 08°19'54,7" Sul, e as longitudes de 34°45'50,4" e 38°47'58,3" Oeste. A Paraíba limita-se ao norte com o Estado do Rio Grande do Norte; a leste, com o Oceano Atlântico; a oeste, com o Estado do Ceará; e ao sul, com o Estado de Pernambuco (AESAs, 2007).

No que se refere à pluviometria, a Paraíba é o estado nordestino que apresenta a maior variabilidade espacial da precipitação. Na região do Cariri paraibano, o município de Cabaceiras é tido como o mais seco do Brasil, com precipitação média de aproximadamente 300 mm; enquanto que a capital João Pessoa, localizada na faixa litorânea e distante aproximadamente 150 km, apresenta uma precipitação média anual que ultrapassa os 1.700 mm.

As áreas foram selecionadas considerando um gradiente climático dentro do Estado da Paraíba. Os municípios pré-selecionados foram agrupados nas Unidades Geoambientais descritas pela EMBRAPA (2006) e agrupados pela semelhança das suas características climáticas (precipitação média) e possibilidade de ocorrência de pelo menos três classes de solos, que são consideradas representativas no estado da Paraíba: Neossolo Regolítico, Luvisolo Háplico e Planossolo Nátrico.

Após o agrupamento nas Unidades Geombientais, essas foram classificadas de acordo com a precipitação média, com o objetivo de formar três condições climáticas distintas, conforme segue:

- Condição I – muito seco: apresenta clima predominante Muito Quente e Semiárido ou Quente e Semiárido, com precipitação média anual menor que 600 mm.
- Condição II – seco: apresenta clima predominante Quente e Semiárido ou Tropical seco, com precipitação média anual entre 600 e 800 mm.
- Condição III – úmido: apresenta clima predominante Quente e Semiárido ou Tropical seco, com precipitação média anual maior que 800 mm.

6.1 Amostragem dos Solos

As amostras foram retiradas trincheiras abertas, com as seguintes dimensões: 1,50 m de comprimento; 1,30 m de largura e profundidade variável, de acordo com a profundidade de cada solo. Na ocasião, foram coletadas amostras de solo deformadas para as análises químicas e Granulometria, esta etapa do trabalho foi executada conforme as recomendações do Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Santos et. al., 2013).

Além das etapas já citadas foi ainda tomado o máximo de informações possíveis do local e da região de cada perfil, tais como vegetação primária, coordenadas geográficas, acesso ao local, relevo, clima, vegetação primária e uso atual do solo (Anexos).

Tabela 1. Vegetação primária e uso atual dos solos

CLASSES DE SOLO	PLUVIOSIDADE	CIDADE	COORDENADAS	VEGETAÇÃO PRIMÁRIA	USO ATUAL
NEOSSOLO	MUITO SECO < 600mm	PICUÍ	S 06° 41' 05,7" W 36° 16' 56,3"	Caatinga hiperxerófila	Pastagem Pecuária
	SECO 600 - 800mm	SERRA BRANCA	S 07° 24' 23,6" W 36° 03' 12"	Caatinga hiperxerófila	Vegetação nativa, Pecuária
	ÚMIDO > 800mm	REMÍGIO	S 06° 58' 49,1" W 35° 47' 19,5"	Floresta Subcaducifólia	Pastagem e frutíferas
PLANOSSOLO	MUITO SECO < 600mm	SOLEDADE	S 07° 07' 35,5" W 36° 19' 25,5"	Caatinga hiperxerófila	Pasto nativo
	SECO 600 - 800mm	JUAZEIRINHO	S 07° 05' 27,1" W 36° 39' 28,1"	Caatinga hiperxerófila	Área em pousio
	ÚMIDO > 800mm	AREIA	S 06° 54' 31,2" W 35° 47' 31,2"	Caatinga hiperxerófila	Pasto nativo
LUVISSOLO	MUITO SECO < 600mm	CABACEIRAS	S 07° 24' 23,6" W 36° 03' 12,5"	Caatinga hiperxerófila	Caatinga degradada
	SECO 600 - 800mm	TAPEROÁ	S 07° 17' 41,9" W 36° 46' 45,0"	Caatinga hiperxerófila	Caatinga degradada, Algaroba
	ÚMIDO > 800mm	ALAGOINHA	S 06° 57' 46,9" W 35° 31' 51,5"	Floresta Tropical Caducifólia	Cana-de- açúcar, Culturas anuais, Pecuária

6.2 Preparo das amostras.

Em cada uma das trincheiras foram identificados os horizontes e retirada uma amostra por horizonte, dando um total de 41 amostras de solo, para a caracterização química (P. K. Ca, Mg, Na. Al, H+Al, pH e carbono orgânico), a granulometria e fertilidade. Para a determinação da fertilidade e granulometria do solo foi necessário calcular os teores dos elementos para a profundidade de 0-20 cm, os valores foram adequados segundo a metodologia descrita por Leite et al. (2014), a qual estabelece que quando uma camada engloba dois ou mais horizontes seus

dados devem compor uma media ponderada, e quando uma camada engloba parte de um horizonte, as características desse, deve representar toda a camada.

O preparo inicial das amostras deformadas de solo que serão utilizadas na maioria das análises, consiste em secagem ao ar, destorroamento e peneiramento em malha de 2 mm, a fim de se obter a terra fina seca ao ar (TFSA).

6.3 Determinação Granulometria

As análises granulométricas dos solos foram efetuadas conforme a metodologia apresentada em Embrapa (2011). Pesados 40g de TFSA em seguida feita a dispersão da amostra com NaOH, durante 24 horas em seguida agitação de alta rotação em agitador elétrico, em seguida colocado em proveta de 1000 mL e completa-se o volume com água destilada e sedimentação; o teor de argila foi determinado por densimetria no sobrenadante, a primeira leitura feita aos 40 segundos após agitação manual e a segunda após duas horas. Nos primeiros 40 segundos feito a leitura de silte + argila e na leitura de duas horas a leitura é apenas da argila, o valor de silte é calculado pela diferença.

6.4 . Determinação das propriedades químicas do solo

As análises dos atributos químicos do solo incluíram determinação dos teores de bases trocáveis (Ca, Mg, Na e K), H + Al, fósforo (P assimilável), pH em água e pH em KCl, todos de acordo com as metodologias descritas por EMBRAPA (2011). Com base nas determinações efetuadas foram calculados: soma de bases (S), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), porcentagem de saturação por sódio (PST%), porcentagem de saturação por alumínio (m%) e Matéria Orgânica. Quando pertinente as propriedades químicas e físicas foram analisadas por regressão de efeito variável.

6.4.1 Determinação do pH em H₂O e pH em KCl.

Medição da concentração efetiva de íons H⁺ na solução do solo (Terra Fina Seca ao Ar – TFSA), eletronicamente, por meio de um eletrodo combinado, imerso em suspensão de solo:solução (H₂O ou KCl) na proporção de 1:2,5. A leitura é feita de forma direta no potenciômetro (Embrapa, 2011).

6.4.2 Determinação de Al^{+3} e $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3}$

Para determinar o Al^{+3} foi utilizado o método volumétrico por titulação com hidróxido de sódio, após a extração do Al^+ do solo por $\text{KCl } 1 \text{ mol.L}^{-1}$. Soluções não tamponadas de sais nêutrons como o KCl não produzem acidez por dissociação de radicais carboxílico (H^+), e assim o $\text{H}^+ + \text{Al}^+$ determinados correspondem às formas trocadas. O íon H^+ trocável é extremamente pequeno a pH normalmente encontrado no solo, sendo assim, o que se determina é o Al^+ trocável (Embrapa, 2011). O teor de alumínio existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmol}_c \text{ de } \text{Al}^{+3} / \text{dm}^3 = \text{mL de NaOH } 0,025 \text{ M gastos na titulação.}$$

Para os teores de $(\text{H}^+ + \text{Al}^{+3})$ feita a extração da acidez potencial de solos com solução de acetato de cálcio tamponado a pH 7,0 e determinado por titulometria com solução de NaOH com presença de fenolftaleína como indicador. A extração do $(\text{H}^+ + \text{Al}^+)$ pelo acetato de cálcio e baseada pela propriedade tampão do sal, decorrente de ânions acetatos. Com o pH ajustado em 7,0, ele extrai grande parte da acidez potencial do solo até este valor de pH (Embrapa, 2011). O teor de $(\text{H}^+ + \text{Al}^+)$ existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmol}_c \text{ de } \text{H}^+ + \text{Al}^{+3} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA} = (L - \text{Br}) \times 1,65 \quad \text{onde:}$$

L = numero de mililitros gastos na titulação da amostra;

Br = numero de mililitros gastos na titulação da prova em branco.

6.4.3 Determinação de $\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2}$ e Ca^{+2}

Para o $(\text{Ca}^{+2} + \text{Mg}^{+2})$; o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) trocáveis forão extraídos por $\text{KCl } 1 \text{ mol.L}^{-1}$ e determinados por complexometria com EDTA dissódico, usando-se como indicador o negro-de-eriocromo (Embrapa, 2011). O teor de $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ existente na amostra é foi feito pela igualdade:

$$\text{cmol}_c \text{ de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA} = L - \text{Br}$$

L = número de mililitros de EDTA dissódico $0,0125 \text{ mol.L}^{-1}$ gastos na titulação da amostra;

Br = número de mililitros gastos na titulação da prova em branco.

Para os teores de cálcio; Extrato com solução KCl 1 mol.L^{-1} e determinação complexiométrica em presença do indicador ácido calcon carbônico(Embrapa, 2011). O teor de Ca^{2+} existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmolc de } \text{Ca}^{2+} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA}^* = L - \text{Br}$$

L = número de mililitros de EDTA dissódico $0,0125 \text{ mol.L}^{-1}$ gastos na titulação da amostra;

Br = número de mililitros gastos na titulação da prova em branco.

O magnésio é obtido por diferença por duas titulações anteriores ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ e Ca^{2+})(Embrapa, 2011). O teor de Mg^{2+} existente na amostra é dado pela igualdade:

$$\text{cmolc de } \text{Mg}^{2+} / \text{dm}^3 \text{ de TFSA}^* = (\text{cmolc de } \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} / \text{dm}^3) - (\text{cmolc de } \text{Ca}^{2+} / \text{dm}^3)$$

6.4.4 determinação de P, K^+ e Na^+ .

Para fósforo de acordo com metodologia da Embrapa, 2011. Extração com solução de Mehlich 1 e posterior determinação por espectrofotometria, por meio da leitura da intensidade da cor do complexo fosfomolibdico, produzido pela redução do molibdato com o ácido ascórbico. A solução de Mehlich 1 é constituída por uma mistura de HCl $0,05 \text{ mol.L}^{-1}$ + H_2SO_4 $0,0125 \text{ mol.L}^{-1}$. O emprego dessa solução como extratora de fósforo, potássio, sódio e micronutrientes do solo baseia-se na solubilização desses elementos pelo efeito de pH, entre 2 e 3, sendo o papel do Cl^- o de restringir o processo de readsorção dos fosfatos recém-extraídos.

Preparo da reta-padrão: Colocar 5 mL de cada solução-padrão diluída (0 (Mehlich 1), 1, 2, 3 e 4 mg de P L^{-1}) em erlenmeyers de 125 mL. Adicionar 10 mL de solução ácida de Molibdato de Amônio e uma medida calibrada ($\pm 30 \text{ mg}$) de Ácido Ascórbico.

Proceder da mesma forma indicada para a determinação do fósforo no extrato do solo. Decorrido o tempo para o completo desenvolvimento da cor, efetuar a leitura. Anotar as leituras, em absorbância, correspondentes a cada padrão; o teor de fósforo no solo: Considerando que a concentração de fósforo na amostra sofreu diluição de 1:5 na extração, para a obtenção direta da concentração de fósforo na TFSA, o resultado final deve ser multiplicado por 5.

Assim, o cálculo do teor de fósforo assimilável na amostra é obtido, convertendo-se a leitura efetuada no aparelho em mg de P/dm de solo, por meio da reta-padrão e de acordo com a expressão:

$$\text{mg de P/dm}^3 \text{ da TFSA} = (a+bL)*5$$

a e b são os parâmetros da reta-padrão;

L = leitura em absorbância

Para determinar o Potássio de acordo com Embrapa, 2011. A extração com solução diluída de ácido clorídrico (Mehlich 1) e posterior determinação por espectrofotometria de chama.

Preparo da reta: Aferir o fotômetro com água deionizada no ponto zero: Levar as quatro soluções-padrão diluídas (0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mmol de K^+ /L) ao fotômetro. Efetuar as leituras. O teor de potássio no solo: Em razão da diluição de 1:5 na extração, as concentrações de K^+ nos padrões em mmol/L correspondem aos teores de potássio da amostra, em cmolc/dm³. Assim, o cálculo do teor de potássio trocável na amostra é dado pela expressão:

$$\text{mg de K/dm}^3 \text{ na TFSA} = (a + bL) \times 39 \times 5 \quad \text{ou} \quad \text{cmolc K/dm}^3 = (a + bL)$$

a e b são os parâmetros da reta-padrão;

L = leitura

Para sódio foi realizada a extração com solução diluída de ácido clorídrico (Mehlich 1) e posterior determinação pelo fotômetro de chama(Embrapa, 2011).

Preparo da reta: Aferir o fotômetro com água deionizada no ponto zero. Levar as quatro soluções diluídas (0,1; 0,2; 0,3 e 0,4 mmol de Na^+ /L) ao fotômetro. Efetuar as leituras; o teor de sódio no solo: em razão da diluição de 1:5 na extração, as concentrações de Na^+ nos padrões em mmol/L correspondem aos teores de sódio da

amostra, em cmolc/dm^3 . Assim, o cálculo do teor de sódio trocável na amostra é dado pela expressão:

$$\text{mg de Na/dm}^3 \text{ na TFSA}^* = (a + bL) \times 23 \times 5 \text{ ou } \text{cmolc Na/dm}^3 = (a + bL)$$

a e b são os parâmetros da reta-padrão;

L = leitura.

6.4.5 Determinação do carbono orgânico.

Oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico, empregando-se como fonte de energia o calor desprendido do ácido sulfúrico e/ou, aquecimento. O excesso de dicromato após a oxidação é titulado com solução padrão de sulfato ferroso amoniacal (Embrapa, 2011)

A percentagem de carbono orgânico existente na amostra é dada pela seguinte expressão:

$$\text{g de carbono/kg de TFSE} = 0,06 \times V(40 - V_a \times f) \times F \quad \text{onde,}$$

TFSE = Terra fina seca em estufa;

V = Volume de dicromato de potássio empregado;

V_a = Volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra;

f = 40/volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação do branco;

0,06 = Fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas;

F = Fator de correção para TFSE.

A quantidade de matéria orgânica existente na amostra é calculada pela seguinte expressão:

$$\text{g de matéria orgânica/kg} = \text{g de carbono/kg} \times 1,724$$

6.5 Outros parâmetros

Foram calculados com base nas determinações efetuadas: soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e porcentagem de saturação por alumínio (m%).

$$SB_{(\text{cmolc/dm}^3)} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^+ + (\text{Na}^+)$$

$$CTC \text{ a pH } 7_{(\text{cmolc/dm}^3)} = S + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$$

$$V\% = \frac{SB}{CTC} \times 100$$

$$m\% = \frac{\text{Al}^{3+}}{SB + \text{Al}^{3+}} \times 100$$

7. RESULTADO E DISCUSSÃO

7.1 Granulometria

A granulometria do solo é um fator que influencia nas propriedades químicas e consequentemente na fertilidade do solo. De forma geral, todas as amostras apresentaram predominância na quantidade de areia, enquanto que os valores para argila permaneceram sempre os teores mais baixos nas três classes de solo estudados em três zonas climáticas distintas. (Figuras 1, 2 e 3).

Nos Neossolos (Figura 1), a predominância da areia foi ainda mais acentuada. E ao consideramos a pluviosidade, observa-se um decréscimo nos valores para areia a medida que a pluviosidade aumenta, de 90% na região muito seca para 60% na região úmida, bem como os maiores valores para argila foram encontrados no solo sob maior pluviosidade (11%) e o de menor pluviosidade com 5,5% de argila, o que mostra a influencia deste fator no intemperismo e consequentemente na textura do solo. Segundo Kämpf et al., (2009), a disponibilidade abundante de água favorece a intemperização rápida em solos em estágio intermediário de desenvolvimento.

NEOSSOLOS

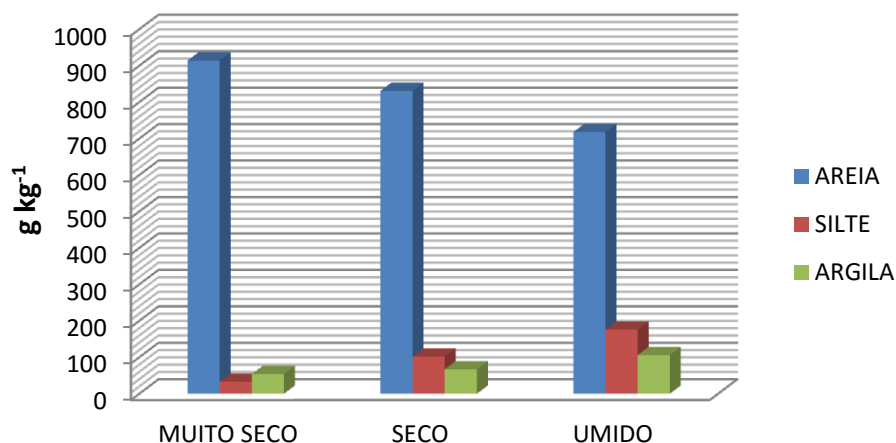


Figura 1. Granulometria dos Neossolos dentro de um gradiente climático no Estado da Paraíba.

Os Planossolos apresentaram comportamento próximos aos dos Neossolos, com predominância da fração areia em todas as amostras, variando de 75% a 59% da zona mais seca para a mais úmida, respectivamente. Os maiores valores para argila foram encontrados no solo com maior pluviosidade (37%) e o silte teve a maior amplitude, passando, de 9% a 32%, da zona úmida para a seca, respectivamente. (Figura 2).

PLANOSSOLOS

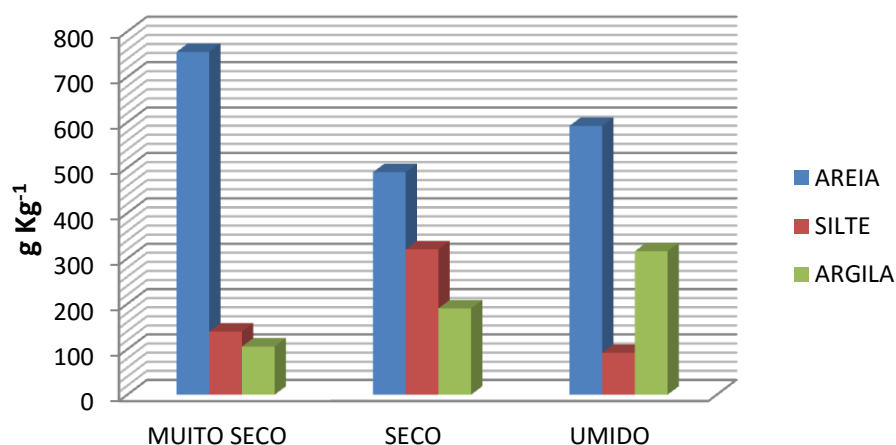


Figura 2. Granulometria dos Planossolos, dentro de um gradiente climático no Estado da Paraíba.

Os Luvisolos foram os que mantiveram as proporções mais semelhantes de areia, silte e argila, entre as condições climáticas. Os teores de areia variaram de 57 a 50% da condição seca para a úmida. Os teores de silte variou de 23 a 35% do seco para muito seco e a argila variou de 13 a 19% do muito seco para úmido (Figura 3).

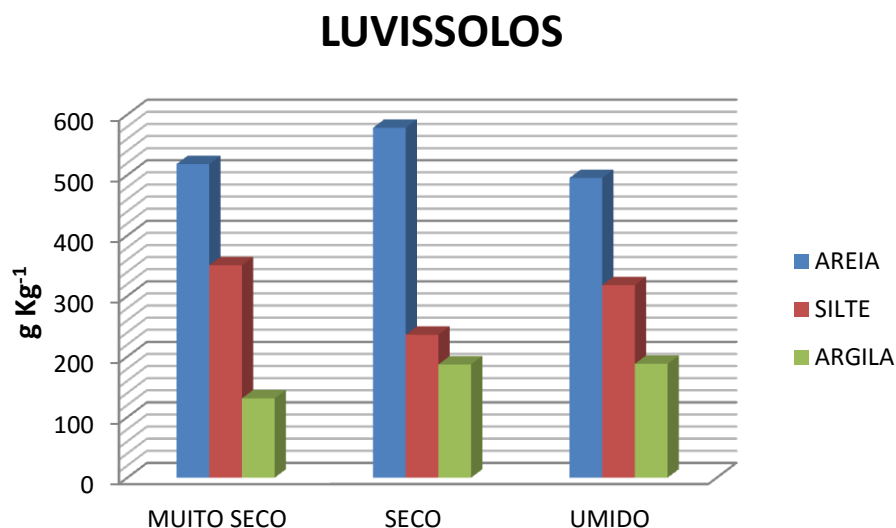


Gráfico 3. Granulometria dos Luvisolos dentro de um gradiente climático no Estado da Paraíba.

Com base na granulometria da camada de 0 – 20 cm observa-se a predominância da fração areia nas três classes de solo, enquanto que a fração argila foram encontrados os teores mais baixos, independente da classe e condição climática (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação textural de três classes de solo dentro de um gradiente climático da região Semiárida paraibana.			
CLASSE DE SOLO	MUITO SECO	SECO	ÚMIDO
NEOSSOLO	AREIA	AREIA FRANCA	FRANCO ARENOSO
PLANOSSOLO	AREIA FRANCA	FRANCO ARENOSO	AREIA FRANCA
LUVISSOLO	FRANCA	FRANCO ARENOSO	FRANCA

7.2 Análises químicas

Os teores encontrados, em cada solo nas diferentes condições climáticas de pH em água, pH em KCl; teores de cálcio; magnésio; fósforo; potássio; sódio; alumínio e carbono orgânico (Corg); valores de soma de bases (SB), saturação de bases (V%), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por alumínio (m%), estão apresentadas na tabela 3. Para classificação da fertilidade dos solos foi feita a conversão de $\text{cmol}_c\text{Kg}^{-1}$ para $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$, utilizando a densidade de cada solo. A classificação da fertilidade dos solos foi realizada de acordo com Souza, (2005).

Os valores mais altos de pH, tanto em água quanto em KCl, foram encontrados na condição úmida, com exceção do Luvisolo. Neste solo a condição úmida apresentou o menor valor de pH com relação ao muito seco e ao seco; esse fato pode ser explicado pelo uso intensivo do solo (Tabela 1) com culturas anuais, cana-de-açúcar e pecuária, associado a maior pluviosidade contribuindo assim para a maior acidez deste solo.

O Luvisolo úmido apresentou o maior valor de $\Delta\text{pH} = -2,22$ mostrando o potencial de acidez elevado deste solo, que se destacou em relação aos demais apresentando o pH em KCl = 3,79, classificado como acidez muito elevada segundo Souza, (2005).

Os teores de fósforo (Tabela 3) foram classificados como muito baixo para todas as classes de solos e condições de umidade, o que reflete uma condição geral dos solos tropicais que apresentam baixos teores deste elemento, juntamente com a falta de adubação orgânica, que é a principal fonte de fósforo utilizado para agricultura nestas condições climáticas (Menezes et al., 2005). No entanto, entre os solos estudados na presente pesquisa, observou-se que o Planossolo, na condição muito seco, e o Luvisolo na condição seco, os teores podem ser classificados como médio de acordo com o levantamento feito por Menezes et. al. (2005)

Os teores de cálcio (Tabela 3) variaram de muito baixo a médio, com destaque para o Luvisolo na condição úmida que apresentou valores contrastantes com os de condição muito seca e seca que apresentaram valores de $3,83 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $3,89 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ respectivamente, sendo classificados como médio; enquanto que o úmido apresentou apenas $1,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ sendo classificado como muito baixo. O que pode explicar a acidez potencial muito elevada neste solo.

Tabela 3. Características Químicas e Classificação da Fertilidade de três Solos de Diferentes Classes ao Longo de um Gradiente Climático no Estado da Paraíba

Solo	ppt (mm)	pH _{H₂O} 1:2,5	pH KCl	ΔpH	P	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	C.org.	V%	m%
					(mg kg ⁻¹)	(cmolc kg ⁻¹)								(g Kg ⁻¹)		
NEO	MS	5,54 AcM	4,36 AcE	-1,18	2,78 MB	0,18 MB	0,05 MB	0,04 MB	0,06 MB	3,23 B	0,00 --	0,32 MB	3,56 MB	2,67 MB	9,2 MB	0,00 --
	S	5,56 AcM	4,11 AcE	-1,45	4,41 MB	0,17 MB	0,39 B	0,02 MB	0,08 MB	3,14 B	0,00 --	0,66 MB	3,8 MB	6,53 B	16,9 MB	0,00 --
	U	6,01 AcM	5,05 AcE	-0,96	6,4 MB	3,01 B	0,39 B	0,07 B	0,16 B	3,67 B	0,21 MB	3,64 B	7,3 B	7,40 B	48,69 M	2,79 MB
PLA	MS	6,37 AcF	4,54 AcE	-1,83	12,02 MB	0,74 MB	0,55 B	0,14 B	0,22 B	4,4 B	0,00 --	1,64 B	6,04 B	3,10 MB	27,11 B	0,00 --
	S	5,91 AcM	4,57 AcE	-1,34	8,23 MB	3,88 M	2,73 A	0,76 MA	0,25B	5,56 A	0,22 MB	7,62 M	13,18 M	6,73 B	57,23 M	1,78 MB
	U	6,70 AcF	4,97 AcE	-1,73	4,65 MB	3,23 M	2,24 M	1,21 MA	0,22 B	2,36 MB	0,00 --	6,9 M	9,26 B	6,57 B	69,4 A	0,00 --
LUV	MS	7,51 AIF	6,05 AcM	-1,46	4,72 MB	3,83 M	3,93 A	0,19 M	0,32 M	0,97 MB	0,30 MB	8,28 M	9,24 B	8,83 B	89,7 MA	3,27 MB
	S	7,75 AIF	6,47 AcF	-1,28	10,03 MB	3,89 M	4,02 MA	0,14 B	0,22 B	0,55 MB	0,30 MB	8,24 M	8,79 B	9,33 B	92,87 MA	3,77 MB
	U	6,01 AcM	3,79 AcME	-2,22	1,32 MB	1,00 MB	1,13 B	0,09 B	0,09 MB	4,62 M	0,30 MB	2,31 B	6,93 B	7,70 B	33,29 B	4,33 MB

MS = MUITO SECO, **S** = SECO, **U** = UMIDO.

AcF = Acidez Fraca; **AcM** = Acidez Media; **AcE** = Acidez Elevada; **AcME** = Acidez Muito Elevada; **AIF** = Alcalinidade fraca

MB = Muito Baixo; **B** = Baixo; **M** = Medio; **A** = Alto; **MA** = Muito Alto

De forma geral o magnésio (Tabela 3) teve teores mais baixos do que o Ca. Os teores variaram de muito baixo no Neossolo na condição muito seca, a muito alto no Luvisolo na condição seca. Com destaque novamente para o Luvisolo na condição úmida que apresentou valores de $1,13 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, classificado como muito baixo, contrastando com o muito seco $3,93 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e seco $4,02 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, classificados como alto e muito alto, respectivamente. Assim como o cálcio o magnésio está diretamente ligado ao pH muito baixo deste solo, refletindo na acidez potencial muito elevada neste solo, associada ao uso intensivo do mesmo.

Menezes et al. (2005) utiliza para classificação da fertilidade a soma dos teores de Ca mais Mg, neste contexto, 70% dos solos estudados, na presente pesquisa, seriam classificados com médios ou altos.

Os teores de Na (Tabela 3) variaram de muito baixo, principalmente nos Neossolos, a muito alto nos Planossolos. Neste último, os teores foram classificados como muito alto com exceção da condição muito seca, que foi classificado como baixo. Essa classificação de muito alto para o sódio, que pode ser atribuída a uma característica típica desta classe que tem a drenagem ineficiente (EMBRAPA, 2011; IBGE, 2007)

De forma geral os teores de K (Tabela 3) variaram de muito baixo a baixo, em todas as classes e condições de pluviosidade. No Neossolo, com o aumento da pluviosidade houve um aumento dos teores de K, provavelmente pela contribuição da água no processo de intemperismo. No Luvisolo, a relação foi inversa, com o aumento da pluviosidade houve uma redução dos teores, na condição muito seca foi de $0,32 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$; na condição seca $0,22 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e na úmida $0,09 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ classificados como, médio, baixo e muito baixo, respectivamente, neste caso pode ter havido uma lixiviação maior do K na condição úmida. No Planossolo não houve variação dos teores, possivelmente pela drenagem deficiente, já comentada anteriormente. Na classificação feita por Menezes et al. (2005), 70% dos teores de K das classes de solo estudadas na presente pesquisa seriam classificados com médio ($39 - 125 \text{ mg Kg}^{-1}$).

Os teores encontrados para H+Al (Tabela 3) variaram de muito baixo a baixo em todas as classes e condições, com exceção do Luvisolo úmido que foi classificado como médio. Além dessa exceção o Planossolo seco apresentou valor de H+Al inconsistente. Para alguns solos os teores de Al^{+3} não foram detectados ou foram muito baixos, sugerindo que a acidez potencial dos solos sem exceção é proveniente do H^+ .

A soma de bases (Tabela 3) variou de muito baixo a médio e a maior contribuição para o seu valor foi do Ca nos Neossolos e Planossolos. Já no Luvissole a maior contribuição foi do Mg. De forma geral a CTC variou de muito baixo a baixo em todas as classes e condições de pluviosidade. No entanto se observa que nos Neossolos a maior contribuição para a CTC foi do H+Al, nos Luvissoles foi o inverso, onde a maior contribuição para o valor da CTC foi da SB.

Em todas as classes de solo a V% aumentou de acordo com a pluviosidade, ou seja, os maiores valores foram encontrados na condição úmida, com exceção do Luvissole, que apresentou o menor valor nesta condição, provavelmente pelo uso intensivo do solo, o baixo valor de SB e o alto teor de H+Al.

Como era esperado a m% foi inexpressiva (Tabela 3) devido aos valores muito baixos de Al, já comentado anteriormente.

As concentrações de Corg foram classificadas como muito baixa e baixa (Tabela 3). Provavelmente esses resultados estão associados à vegetação primária, que tem baixa capacidade de aportar material orgânico ao solo e ao uso intensivo dos mesmos (Tabela 1).

7.3. Relações entre propriedades químicas

Para avaliação da relação foram utilizados os valores obtidos das três classes de solo dentro nas três condições de pluviosidade.

Observa-se na Figura 4, a coerência dos dados de fertilidade obtidos, uma vez que foi encontrada uma regressão linear positiva entre pH em água e a V%, de acordo com o demonstrado por Meurer (2006). A equação encontrada no presente trabalho indica que para cada aumento na unidade de V%, há um aumento de 0,0236 no valor do pH em água, com $R^2 = 0,803$. Essa aumento do pH está associado ao aumento das hidroxilas que são liberadas em solução com o aumento das bases trocáveis.

A regressão observada na Figura 5, também sugere uma coerência dos dados, indicando uma diminuição do pH com o aumento da concentração de H+Al. Neste caso a equação determina que para cada unidade de H+Al a uma redução de -0,3745 no valor do pH ($R^2 = 0,600$), pois além do H^+ , que é diretamente responsável pela acidez do solo, a presença do Al^{3+} no solo contribui também para a liberação de mais H^+ , uma vez que

esse cátion precisa de três hidroxilas para se estabilizar, essas são retiradas da molécula da água deixando livre três H^+ (Meurer, 2006).

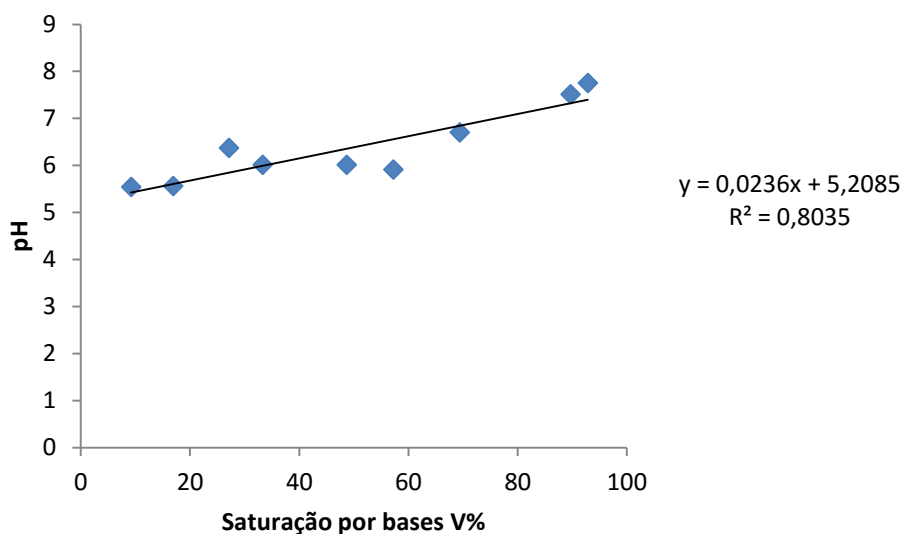


Figura 4. Relação entre o pH e a Saturação por base (V%) de três classes de solo (Neossolo Regolítico, Planossolo Nátrico e Luvisolo Háptico) sob três condições climáticas(muito seco, seco e umido) do Estado da Paraíba.

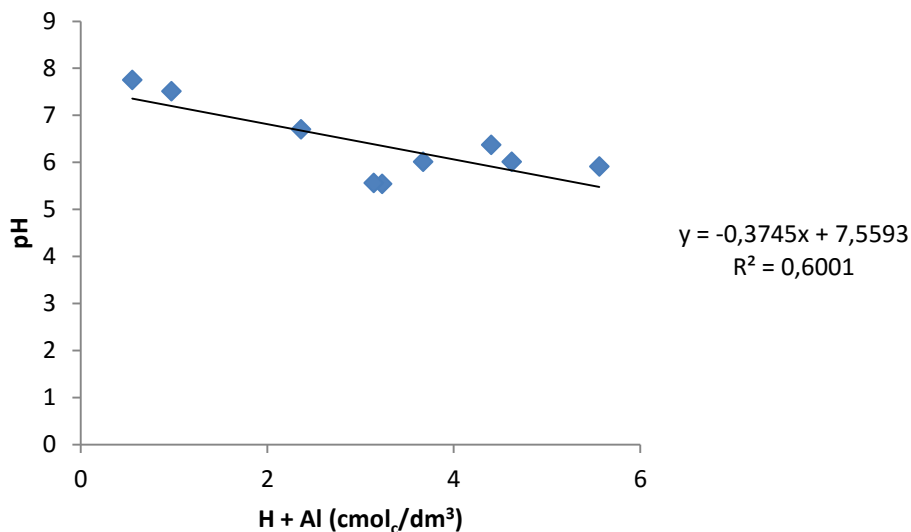


Figura 5. Relação (pH x H+Al) de três classes de solo (Neossolo Regolítico, Planossolo Nátrico e Luvisolo Háptico) sob três condições climáticas(muito seco, seco e umido) do Estado da Paraíba.

8. CONCLUSÕES

Houve predominância da fração areia nas três classes de solo, enquanto que os teores de argila permaneceram mais baixos independente da classe e da condição climática.

De forma geral as três classes de solo apresentaram uma baixa fertilidade natural, no entanto, observa-se um aumento da fertilidade com o aumento da pluviosidade, exceto no Luvisolo.

As relações esperada entre pH vs. V% e pH vs. H+Al confirmam a consistência da totalidade dos dados de fertilidade de solo para a camada de 0-20, uma vez que foram utilizados os dados de todas as combinações solo-pluviosidade.

9. LITERATURA CONSULTADA

AESA. Governo do Estado da Paraíba, Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente – SECTMA, **Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba** — Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba – PERH-PB, 2007.

ARAUJO, K. D. **Variabilidade temporal das condições climáticas sobre as perdas de CO₂ a encosta do açude Namorados, em São João do Cariri-PB.** 2005. 75p. Universidade Federal da Paraíba, Areia.

BAYER, C; MIELNICZUK, J. Dinâmica e Função da Matéria Orgânica. In.: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo - Ecossistemas Tropicais e Subtropicais.** Porto Alegre: Gênese, 1999. Cap. 2. p. 9-26.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN-NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂ . **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.599-607, 2000.

BOHNEN, H.; MEURER, E. J.; BISSANI, C. A.; Solos ácidos e solos afetados por sais. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo.** 3 ed. Porto Alegre, EVANGRAF, 2006. P.163-180.

BORGES, A.L.; SOUZA, L. da S. **Atributos físicos e químicos de solos cultivados com bananeira, sob irrigação, no Projeto Formoso, Bom Jesus da Lapa, Bahia.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. 33p. (CNPMPF. Boletim de Pesquisa, 42).

CRISÓSTOMO LA; SANTOS AA; RAIJ B; FARIA CMB; SILVA DJ; FERNANDES FAM; SANTOS FJS; CRISÓSTOMO JR; FREITAS JAD; HOLANDA JS; CARDOSO JW; COSTA ND. 2002. **Adubação, irrigação, híbridos e práticas culturais para o meloeiro no Nordeste.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 21p. (Circular Técnica 14).

CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B de. Reclassificação dos perfis descritos no Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra.** v. 6, n. 1, p. 45-50, 2006.

CAVALCANTE, F. de S. DANTAS, J. S.; SANTOS, D.; CAMPOS, M. C. C. **Considerações sobre a utilização dos principais solos no estado da Paraíba.** **Revista Científica Eletrônica de Agronomia.** n. 8, 2005.

CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; CANELLAS, L. P.; NOVOTNY, E. H.; MOUTTA, R. de O.; TROMPOWSKY, P. M.; SANTOS, G. de A.

Fracionamento químico da matéria orgânica e características de ácidos húmicos de solos com horizonte a antrópico da Amazônia (Terra Preta). **Acta Amazônica**. v. 37, n. 1, p. 91-98, 2007.

DIAS, B. de O.; SILVA, C. A.; SOARES, E. M. B.; BETTIOL, W. GUERREIRO, M. C.; **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. BELIZÁRIO, M. H. Infravermelho na Caracterização de Ácidos Húmicos de Latossolo sob efeito de Uso Contínuo de Lodo de Esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p.885-894, 2009.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Brasília: 1999.412 p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2.ed. revista. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 2011. 230 p.

EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Nordeste do Brasil – ZANE. BARROS, A. H. C.; SILVA, A. B. da; SANTOS, J. C. P. dos (Org.) **EMBRAPA – Solos**, UEP – Recife, 2006. SIG ZANE DIGITAL. Programa de computador.

FERREIRA, M. M. Caracterização física do solo. in: LIER, Q. de J. **Física do solo**, 1 ed. Viçosa, SBCS, 2010. p.01-27.

FONTES, M. P. F. Intemperismo de Rochas e Minerais. In.: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (Ed). **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 171-206.

GALVÃO, S. R. Da S.; SALCEDO, I. H.; SANTOS, A. C. dos. Fracoes de carbono e nitrogênio em função da textura, do relevo e do uso do solo na microbacia do agreste em Vaca brava (PB). **Revista brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v.29, p.955-962, 2005.

IBGE. Manual Técnico de Pedologia. Rio de Janeiro: **IBGE**. 2 ed. N. 4. Manuais Técnicos em Geociências, 2007.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas – Características e usos agrícola. In: ALVARES, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Ed.) **O Solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa: SBCS/UFV/DPS, 1996. p. 95-155.

KÄMPF, N.; CURI, N. Conceito de Solo e sua Evolução Histórica. In.: KER, J. C.; Curi, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.). **Pedologia: Fundamentos**. Viçosa, MG: SBCS, 2012. p. 1-20.

KÄMPF, N.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Intemperismo e Ocorrência de Minerais no Ambiente do Solo. In.: MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). **Química e Mineralogia do Solo: Parte I – Conceitos Básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 333-379.

LEITE, P. L.; AMARAL, F. C. S. do; SILVA, F. H. B. B. da; PARAHYBA, R. da B. V. Aplicando o SiBCTI. Sistema Brasileiro de Terras para Irrigação: enfoque no semiárido. 2º ed. 2041. p 140-149.

- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo, **Oficina de textos**, 2002. 178p.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; **Interpretação de análises de solo: conceitos e aplicação**. 1 ed. São Paulo, ANDA, 2004. 50p (Boletim técnico, 2).
- LOPES, A. S.; SILVA, M. de C.; GUILHERME, L. R. G. **Acidez dos solos e calagem**. 3 ed. São Paulo, ANDA. 1990. 22p. (boletim técnico, 1).
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS. 319p.
- MALAVOLTA, E. **A prática da calagem**. 3. ed. Sorocaba: Indústria Mineradora Pagliato Ltda, 1984. (Boletim Técnico, 2).
- MELO, V. de F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva Mineral do Solo. In.: MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). **Química e Mineralogia do Solo: Parte I – Conceitos Básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 251-332.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. **Fertilidade do Solo e Produção de Biomassa no Semiárido**. Recife: Editora Universitária, 2008. 291p.
- MENEZES, R. S. C.; GARRIDO, M. da S.; PEREZ, M. A. M. Fertilidade dos solos no semiárido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30, 2005. Recife. **Palestras...** Recife: UFPE/SBCS, 2005. CD-ROM.
- MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. 3 ed. Porto Alegre, EVANGRAF, 2006.
- NELSON, D.W. & SOMMERS, L.E. Total carbon, organic carbon and organic matter. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., eds. **Methods of soil analysis: Chemical and microbiological properties. Part 2**. Madison, **Soil Science Society of America**, 1982. p.539-579.
- OLIVEIRA, T. S. de; ASSIS JÚNIOR, R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. **Agricultura, Sustentabilidade e o Semiárido**. Fortaleza: UFC, 2000. 406 p.
- PRADO, H. **Solos do Brasil: gênese, morfologia, classificação, levantamento, manejo**. 4.ed. Piracicaba: USP, 2005. 281p.
- RHEINHEIMER, D.S; ANGHINONI, I. Accumulation of soil organic phosphorus by soil tillage and cropping systems in subtropical soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.34, n.15/16, p.2339-2354, 2003.
- SANTOS, D. R. dos; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, v.38, p.576-586, 2008.

SANTOS, J. C. B. dos; SOUZA JÚNIOR, V. S. de; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. da C. de; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da Região Semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v. 36, p. 683-695, 2013.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. do S. B. Desertificação no nordeste do Brasil. In: CONGRASSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 30.; 2005 Recife. **Palestras...**Recife: UFPE/SBCS, 2005. CD-ROM.

SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Diretrizes para o manejo sustentável dos solos brasileiros: região semiárida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26. Mesa Redonda. **Anais...**, Rio de Janeiro, 1997. CD-ROM.

SANTOS, A. C. dos. **Fertilidade do solo e redistribuição de ^{137}Cs em função da cobertura vegetal, relevo e classes texturais, em uma microbacia hidrográfica do Estado da Paraíba**. Recife. 2004. 67p. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e nucleares) – Tecnologias Energéticas e Nucleares, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

SOANE, B.D. The role of organic matter in soil compactability: **A review of some practical aspects**. Soil Till. Res., 16:179- 201, 1990.

SOUZA, A. P. de. **Manual do pós-graduando em manejo e solo e água**. 63p. 2005. Universidade federal da Paraíba. Areia

TOLEDO, C. M.; OLIVEIRA, M. B. de; MELFI, A. J. Intemperismo e Formação do Solo. In: TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a Terra**. São Paulo: Oficina de Textos, 2001. P. 139-167.

VITORINO, A.C.T.; FERREIRA, M.M.; CURI, N.; LIMA, J.M.; SILVA, M.L.N. & MOTTA, P.E.F. Mineralogia, química e estabilidade de agregados do tamanho de silte de solos da região Sudeste do Brasil. **Pesq. Agropec.Bras.**, 38:133-141, 2003.

WALKER, T.W.; SYERS, J.K. The fate of phosphorus during pedogenesis. **Geoderma**, v.15, p.01-19, 1976.

10. ANEXOS

10.1 LUVISSOLOS

MUITO SECO (Precipitação media anual menor que 600mm)

Data da coleta – 10/09/2014

Classificação Anterior – BRUNO NÃO CÁLCICO vértico

Classificação SiBCS – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Distrito da Ribeira, município de Cabaceiras (PB); distante aproximadamente 500 metros do cemitério local; S - 7° 24' 23,6" e W - 36° 03' 12,5".

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil – Descrito e coletado em área sob vegetação de caatinga, com extrato herbáceo de gramínea; terço médio da encosta.

Altitude – 474 metros

Formação Geológica – Gnaisses e Anfibolitos

Cronologia – Período Pré-Cambriano

Material Originário – Alterações de rochas gnáissicas e possível anfibolito.

Pedregosidade – Aproximadamente 15% de pedregosidade na superfície

Rochosidade – Não rochosa.

Relevo Local – Suave ondulado.

Relevo Regional – Suave ondulado.

Erosão – Laminar moderada.

Drenagem – Moderadamente a imperfeitamente drenado.

Vegetação primária – Caatinga hiperxerófila.

Uso atual – Caatinga degradada composta por pereiro, catingueira, palmatória, xique-xique, entre outros.

Clima – BW wh' clima seco tipo desértico, com estação seca na primavera (Classificação de Köppen).

Descrito e Coletado por – José Coelho de Araújo Filho, Roseilton Fernandes dos Santos e Sebastiana Maely Saraiva.

Descrição morfológica: 0-10 cm; Bruno-avermelhado-escuro (5 YR 3/3, úmida) e 2,5 YR 3/3 (seca); franco argiloarenosa; fraca, muito pequena a pequena, composta por blocos subangulares; dura a extremamente dura; friável, plástica e pegajosa; poros comuns muito pequenos e raros pequenos; plana e clara.

SECO (Precipitação media anual entre 600 e 800mm)

Data da coleta – 21/11/2014

Classificação Anterior – BRUNO NÃO CÁLCICO

Classificação SiBCS – LUVISSOLO CRÔMICO Órtico vertissólico

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Fazenda Jatobá, à aproximadamente 10 km da sede do município de Taperoá (PB), na margem esquerda da rodovia PB-210, em direção ao município de São José dos Cordeiros; S - 7° 17' 41,9" e W - 36° 46'45,0".

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil – Descrito e coletado em área de topo plano da região com declividade suave ondulada, sob vegetação de caatinga degradada composta por marmeleiro, malva e extrato herbáceo de gramínea, além de povoamento de algaroba.

Altitude – 535 metros

Formação Geológica – Gnaisses e Anfibolitos

Cronologia – Período Pré-Cambriano

Material Originário – Alterações de rochas gnáissicas e possível anfibolito.

Pedregosidade – Muito pedregosa, entre 15-20% de pedregosidade na superfície.

Rochosidade – Ligeiramente rochosa (2-10%).

Relevo Local – Suave ondulado.

Relevo Regional – Plano a suave ondulado.

Erosão – Laminar ligeira com sulcos ocasionais.

Drenagem – Moderadamente drenado.

Vegetação primária – Caatinga hiperxerófila.

Uso atual – Caatinga degradada composta por pereiro, malva, marmeleiro, gramíneas, além de povoamento de algaroba.

Clima – BS wh' clima seco tipo estepe, com estação seca do inverno a primavera (Classificação de Köppen).

Descrito e Coletado por – Roseilton Fernandes dos Santos, Sebastiana Maely Saraiva e Evaldo Félix.

Descrição morfológica: 0-11 cm; Bruno-avermelhado-escuro (2,5 YR 2,5/4, úmida) e Vermelho- escuro (2,5 YR 3/6, seca); franco-argilo-arenosa; moderada, média a grande,

prismática; extremamente dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; poros comuns pequenos a médios e poucos muito pequenos; plana e clara.

Observações:

1. Concentração de partículas tamanho cascalho e calhaus distribuídos nos horizontes A e AB.
2. Grande concentração de pedras na superfície;

ÚMIDO (precipitação media anual maior que 800mm)

Data da coleta – 12/11/2014

Classificação Anterior – Terra Roxa Estruturada eutrófica fase floresta subcaducifólia, relevo ondulado

Classificação SiBCS – LUVISSOLO CRÔMICO

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Corte de estrada localizado no município de Alagoinha (PB), à aproximadamente 2,0 km do trevo PB-075/PB-063 (na altura do km 32 da rodovia PB-063), lado esquerdo em direção à Gurinhém (PB); S - 6° 57' 46,9" e W - 35° 31' 51,5".

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil – Descrito e coletado na parte mais alta do terço médio e 8 a 20%, sob extrato vegetal de gramínea e pastagem natural.

Altitude – 161 metros

Pedregosidade – Ligeiramente pedregosa

Rochosidade – Não rochosa.

Relevo Local – Ondulado.

Relevo Regional – Ondulado a forte ondulado.

Erosão – Laminar moderada e sulcos ocasionais.

Drenagem – Moderadamente a imperfeitamente drenado.

Vegetação primária – Floresta Tropical Caducifólia.

Uso atual – Cana-de-açúcar nas áreas de várzea; pastagens, culturas anuais e pecuária nas encostas e reserva florestal nas áreas de topo.

Clima – Aw'i clima tropical úmido, com estação seca na primavera e variação de temperatura mensal desprezível ao longo do ano (Classificação de Köppen).

Descrito e Coletado por – Roseilton Fernandes dos Santos, Sebastiana Maely Saraiva, Evaldo Félix.

Descrição morfológica: 0-25 cm; Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmida) e Bruno (10 YR 5/3, seca); franco-arenosa; moderada, média a grande, composta por blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; muitos poros muito pequenos e poros comuns pequenos; ondulada e clara (18-28 cm).

10.2 PLANOSSOLOS

MUITO SECO (Precipitação media anual menor que 600mm)

Data da coleta– 07/11/2014

Classificação Anterior – SOLONETZ SOLODIZADO textura média fase caatinga hiperxerófila relevo plano e suave ondulado substrato gnaisse e granito

Classificação SiBCS – PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Fazenda Bonita, de propriedade do senhor Guido Vital, distante 9,2 km do município de Soledade (PB). A partir da Ponte sobre o Riacho Lava Pés, desloca-se aproximadamente 3,0 km em direção à Campina Grande, entrada à direita deslocando-se mais 6,2 km até o perfil localizado à esquerda da estrada, por dentro da cerca. Coordenadas: S – 07° 07'35,5" e W – 36°19'25,5".

Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil – Trincheira aberta no terço médio da paisagem, em área com aproximadamente 3% de declividade.

Altitude – 544 metros.

Material Originário – produto de alteração das rochas acima

Pedregosidade – Moderada a Pedregosa.

Rochosidade – Ligeiramente rochosa.

Relevo Local – Suave Ondulado (5 a 8% de declividade)

Relevo Regional – Plano a Suave Ondulado.

Erosão – Laminar ligeira com presença de sulcos ocasionais rasos.

Drenagem – Imperfeitamente drenado

Vegetação Primária – Caatinga hiperxerófila

Uso atual – Pasto nativo e caatinga hiperxerófila composta por gramíneas, cactáceas e espécies como pereiro, catingueira, jurema preta etc.

Clima – BS wh' clima seco, tipo estepe com estação seca do inverno à primavera.

Descrito e coletado por – Roseilton Fernandes dos Santos, Sebastiana Maely Saraiva e Evaldo Félix.

Descrição morfológica: 0 – 10 cm; Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmida) e Bruno-amarelado (10 YR 5/4, seca); franco-siltosa; blocos angulares a subangulares; média a grande, fraca a moderada; poucos poros muito pequenos e muitos poros pequenos; macia, friável; não pegajosa e não plástica; transição plana e abrupta.

SECO (Precipitação media anual entre 600 e 800mm)

Data da coleta – 08/11/2014

Classificação Anterior – SOLONETZ SOLODIZADO

Classificação SiBCS – PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Fazenda Unha de Gato, distante aproximadamente 15 km do centro do município de Juazeirinho/PB. Após a sede do município segue pela BR-230/PB, em direção à Junco de Seridó, na altura do km 247,5 (±) entrada à esquerda, deslocando-se aproximadamente 4,0 km até o perfil, por dentro do carcado. Coordenadas: 07° 05'27,1" S e 36°39'28,1" W Gr.

Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil – Trincheira aberta no topo plano às margens da estrada, em área com relevo plano, com declividade de até 3%.

Altitude – 548 metros.

Pedregosidade – Pedregosa.

Rochosidade – Não rochosa.

Relevo Local – Plano a suave Ondulado (5 a 8% de declividade)

Relevo Regional – Suave Ondulado.

Erosão – Laminar moderada.

Drenagem – Imperfeitamente drenado

Vegetação Primária – Caatinga hiperxerófila

Uso atual – pastagem nativa degradada, área em pousio, após sucessivos cultivos de milho, feijão, tomate e capim elefante.

Clima – BS wh' clima seco, tipo estepe com estação seca do inverno à primavera.

Descrito e coletado por – Roseilton Fernandes dos Santos, Sebastiana Maely Saraiva e Evaldo Félix.

Descrição morfológica: 0 – 5 cm; Bruno-amarelado-escuro (10 YR 4/4, úmida) e Bruno-amarelado (10 YR 5/6, seca); franco-arenosa; blocos angulares e subangulares,

média a média a grande, fraca a moderada; poucos poros muito pequenos e muitos poros pequenos; macia, friável; não pegajosa e ligeiramente plástica; transição plana e abrupta.

Observações:

1. O horizonte A se encontrava muito erodido;

ÚMIDO (precipitação media anual maior que 800mm)

Data da coleta – 20/10/2014

Classificação Anterior – REGOSSOL EUTRÓFICO

Classificação SiBCS – PLANOSSOLO NÁTRICO Órtico típico, textura média/arenosa cascalhenta/argilosa, A moderado, pouco profundo, fase Savana Estépica Florestada relevo ondulado

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Chã da Pia, terreno de propriedade do Sra. Roselita Cândida da Cruz, representada pelo seu esposo Sr. Fernando. Areia-PB. Coordenadas: 06° 54'31,2" S e 35°47'31,2" W Gr.

Situação, declividade e cobertura vegetal sobre o perfil – Trincheira aberta no terço médio da encosta com declividade entre 8 e 20%, sob cobertura vegetal composta por gramíneas.

Altitude – 511 metros.

Pedregosidade – Não pedregosa.

Rochosidade – Não rochosa.

Relevo Local – Ondulado.

Relevo Regional – Ondulado, forte ondulado a montanhoso.

Erosão – Laminar ligeira e em sulcos ocasionais superficiais.

Drenagem – Moderadamente drenado.

Vegetação Primária –Caatinga Hipoxerófila

Uso atual – Pasto nativo, canela de urubu, malva, vassourinha de botão, relógio e cardeiro; ocorrência também de juazeiro, jurema preta, catingueira, mororó, rabo de cavalo e jurubeba, além de lavouras anuais (milho e feijão).

Clima – As' Köppen (Atlas..., 1987): clima tropical úmido, apresentando verão seco, sendo a variação de temperatura media mensal do ar, ao longo do ano, praticamente desprezível.

Descrito e coletado por – Paulo Klinger T. Jacomine, Roseilton Fernandes dos Santos, José Coelho de Araújo Filho e Sebastiana Maely Saraiva.

Descrição morfológica:

0 – 5 cm; Bruno-escuro (7,5 YR 4/3, úmida) e Bruno (10 YR 5/3, seca); areia franca; aspecto de maciça que se desfaz em fraca; grandes blocos angulares; muitos poros pequenos; ligeiramente dura, muito friável, não pegajosa e não plástica; transição plana e clara.

5 – 10 cm; Bruno-escuro (7,5 YR 4/3, úmida), Bruno (10 YR 5/3, seca); areia franca; muitos poros muito pequenos e pequenos; dura, muito friável, não pegajosa e não plástica; transição plana e abrupta.

10.3 NEOSSOLOS

MUITO SECO (Precipitação media anual menor que 600mm)

Data da coleta – 16/05/2014

Classificação Anterior – REGOSSOLO EUTRÓFICO com fragipan.

Classificação SiBCS – NEOSSOLO REGOLÍTICO

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Sítio Lamarão, à aproximadamente 400 metros da casa do Sr. Luiz , em direção ao cacimbão, distante aproximadamente 12 km da sede do município de Picuí (PB); S – 6° 41' 05,7" e W – 36° 16' 56,3".

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil – Descrito e coletado em uma trincheira aberta em topo plano, com declividade de aproximadamente 3%, sob cobertura vegetal caatinga degradada composta predominantemente por jurema preta.

Altitude – 618 metros

Cronologia – Período Pré-Cambriano

Material Originário – Saprolito das rochas gnáissicas mencionadas na litologia.

Pedregosidade – Não pedregosa.

Rochosidade – Não rochosa.

Relevo Local – Plano.

Relevo Regional – Suave ondulado.

Erosão – Laminar ligeira.

Drenagem – Fortemente drenado a excessivamente drenado.

Vegetação primária – Caatinga hiperxerófila.

Uso atual – Pastagem, Pecuária, pousio.

Clima – BWwh’ clima seco do tipo desértico com estação seca do inverno à primavera (Classificação de Köppen).

Descrito e Coletado por – Sebastiana Maely Saraiva, Roseilton Fernandes dos Santos, Evaldo Félix.

Descrição morfológica: 0 – 15 cm; Bruno-claro-acinzentado (10 YR 6/3, úmida) e Branco (10 YR 8/2, seca); areia franca; fraca a maciça, grãos simples, pequena a média; macia, muito friável, ligeiramente pegajosa e não plástica; muitos poros muito pequenos; plana e clara.

SECO (Precipitação media anual entre 600 e 800mm)

Data da coleta – 12/09/2014

Classificação Anterior – SOLOS LITÓLICOS eutróficos

Classificação SiBCS – NEOSSOLO REGOLÍTICO Eutrófico

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Perfil situado a cerca de 200 metros a oeste da sede da Fazenda Areias, distante XX km do município de Serra Branca (PB); S - 7° 24’ 23,6” e W - 36° 03’ 12,5”.

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil – Descrito e coletado em um topo de área ligeiramente plano sob vegetação de caatinga hiperxerófila composta por marmeleiro, catingueira, alecrim, xique-xique, entre outros.

Altitude – 547 metros

Cronologia – Período Pré-Cambriano

Material Originário – Produto de alteração de rochas graníticas.

Pedregosidade – Não pedregosa.

Rochosidade – Não rochosa.

Relevo Local – Plano (0-3% declividade).

Relevo Regional – Plano a suave ondulado.

Erosão – Não aparente.

Drenagem – Excessivamente drenado.

Vegetação primária – Caatinga hiperxerófila.

Uso atual – Vegetação nativa, extração de areia para construção civil e pecuária.

Clima – BS wh’ clima seco tipo estepe com estação seca de inverno à primavera (Classificação de Köppen).

Descrito e Coletado por – José Coelho de Araújo Filho, Roseilton Fernandes dos Santos e Sebastiana Maely Saraiva.

Descrição morfológica: 0-12 cm; Bruno (10 YR 5/3, úmida) e Bruno muito claro-acinzentado (10 YR 7/3, seca); areia franca; fraca, pequena a média, macia a ligeiramente dura, muito friável, ligeiramente plástica e não pegajosa; muitos poros pequenos e poucos médios; plana e clara.

ÚMIDO (precipitação media anual maior que 800mm)

Data da coleta – 20/10/2014

Classificação Anterior – PODZÓLICO VERMELHO AMARELO Equivalente eutrófico

Classificação SiBCS – NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico úmbrico

Localização, Município, Estado e Coordenadas – Sítio Genipapo, corte na estrada que liga Genipapo – Mata Redonda, a aproximadamente 2 km da Igreja Matriz do município de Remígio (PB); S - 6° 58' 49,1" e W - 35° 47' 19,5".

Situação, declive e cobertura vegetal sobre o perfil – Descrito e coletado em um barranco à margem da estrada, em área com declividade de 8 a 12% e cobertura vegetal predominantemente composta pastagens e culturas anuais.

Altitude – 602 metros

Cronologia – Período Pré-Cambriano

Material Originário – Saprolito das rochas gnáissicas mencionadas na litologia.

Pedregosidade – Não pedregosa.

Rochosidade – Ligeiramente rochosa.

Relevo Local – Suave ondulado.

Relevo Regional – Ondulado, forte ondulado a montanhoso.

Erosão – Laminar ligeira e sulcos ocasionais superficiais.

Drenagem – Fortemente drenado.

Vegetação primária – Floresta Subcaducifólia.

Uso atual – Culturas anuais, pastagem e frutíferas.

Clima – A w'i clima tropical úmido com estação seca na primavera (Classificação de Köppen).

Descrito e Coletado por – Paulo Klinger Tito Jacomine, José Coelho de Araújo Filho, Roseilton Fernandes dos Santos e Sebastiana Maely Saraiva.

Descrição morfológica: 0 – 14 cm; Bruno muito escuro (10 YR 3/2, úmida) e Bruno-acinzentado (10 YR 5/2, seca); areia franca; maciça, granular, pequena; macia, muito friável, não pegajosa e não plástica; muitos poros muito pequenos; plana e clara.

Observações:

1. Não se identificou neste perfil uma feição típica dos solos da região denominada de lamelas (bandas onduladas) relatada por Santos (2001) e Henriques (2012);;
2. Próximo ao local do perfil ocorrem afloramentos rochosos (rocha granítica) com exploração não agrícola (britas, paralelepípedos, meio fio, etc.). A atividade ocorre a décadas na região.